Étude sur l'abondance, la distribution, la structure et la productivité de la population d'huîtres de la zone intertidale de la baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick.

J.F. Mallet, T. Landry et O. Chouinard

Ministère des Pêches et Océans
Centre des Pêches du Golfe, Direction des Sciences
C.P. 5030
Moncton, Nouveau Brunswick
E1C 9B6

2005

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2584

Fisheries and Oceans Pêches et Océans

Canada

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 2584

2005

Étude sur l'abondance, la distribution, la structure et la productivité de la population d'huîtres de la zone intertidale de la baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick.

par

J.F. Mallet[1], T. Landry[2] et O. Chouinard[1]

[1]Programme de la M.É.E.
Université de Moncton
Moncton, Nouveau-Brunswick
E1A 3E9

[2]Ministère des Pêches et Océans
Centre des Pêches du Golfe, Direction des Sciences
C.P. 5030
Moncton, Nouveau Brunswick
E1C 9B6

© Ministère des Travaux Publics et Services Gouvernementaux 2005.
N° de Cat. Fs 97-6/2584F ISSN 0706-6570

On devra citer cette publication comme suit:

Mallet, J.F., T. Landry et O. Chouinard. 2005. Étude sur l'abondance, la distribution, la structure et la productivité de la population d'huîtres de la zone intertidale de la baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2584: viii + 24p.

105-06945/

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX iv
LISTE DES FIGURES v
RÉSUMÉ / ABSTRACT vii
INTRODUCTION 1
MATÉRIEL ET MÉTHODE 2
Évaluation de la population huîtrière en zone intertidale 2
Étude spatio-temporelle de la productivité huîtrière 2
Sites d'étude 2
Installations 3
Croissance et indice de condition physiologique 3
Suivi de la température 4
Analyses statistiques 4
RÉSULTATS 5
Évaluation de la population huîtrière en zone intertidale 5
Étude spatio-temporelle de la productivité huîtrière 6
Suivi de la croissance 6
Suivi de la condition physiologique 7
Suivi de la température 7
DISCUSSIONS 8
CONCLUSION 11
REMERCIEMENTS 11
RÉFÉRENCES 12

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Longueurs moyennes (mm) et densités moyennes (huîtres/m^2) des huîtres dans le haut, le milieu, le bas et l'ensemble de la zone intertidale de la baie de Caraquet en 2001. 14

Tableau 2. Comparaison des densités (huîtres/m^2) des différentes classes de taille d'huîtres pour la zone intertidale (2001) et le banc public (1999) de la baie de Caraquet. 14

Tableau 3. Estimation des populations et des biomasses d'huîtres de la zone intertidale (2001) et du banc public (1999) de la baie de Caraquet. 14

Tableau 4. Distribution de la taille des populations d'huîtres (en pourcentage) de la zone intertidale (2001) et du banc public (1999) de la baie de Caraquet. 14

Tableau 5. Les indices de condition physiologique (%) moyens des huîtres des traitements intertidal, sub-littoral en suspension et sur le fond des trois sites d'étude..... 15

Tableau 6. Les températures quotidiennes moyennes, maximales et minimales observées du 28 juin au 10 octobre 2002 dans la baie de Caraquet (région sub-littorale). 15

Tableau 7. Sommaire du temps approximatif de ponte des huîtres dans chacun des traitements et des sites étudiés dans la baie de Caraquet en 2002. 15

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick. 16

Figure 2. Sites d'échantillonnage d'huîtres dans la zone intertidale de la baie de Caraquet en 2001 17

Figure 3. Schéma illustrant les régions (haut, milieu et bas) des sites d'échantillonnage dans la zone intertidale. 17

Figure 4. Sites d'étude dans la baie de Caraquet en 2002. 18

Figure 5. Schéma illustrant les cages installées dans la zone intertidale de chacun des sites étudiés dans la baie de Caraquet en 2002. 18

Figure 6. Schéma illustrant les cages installées dans la zone sub-littorale de chacun des sites étudiés dans la baie de Caraquet en 2002. 19

Figure 7. Croissances des huîtres à l'intérieur des trois traitements étudiés dans la baie de Caraquet, du 31 mai au 10 octobre 2002. 19

Figure 8. Croissances des huîtres à l'intérieur des trois sites étudiés dans la baie de Caraquet, du 31 mai au 10 octobre 2002. 20

Figure 9. Variations saisonnières de la condition physiologique des huîtres observées dans les trois traitements du site du banc public en 2002. 20

Figure 10. Variations saisonnières de la condition physiologique des huîtres observées dans les trois traitements du site de Maisonnette en 2002. 21

Figure 11. Variations saisonnières de la condition physiologique des huîtres observées dans les trois traitements du site de Sainte-Anne-du-Bocage en 2002. 21

Figure 12. Conditions physiologiques des huîtres observées dans les trois traitements du site du banc public, en fonction de la date d'échantillonnage. 22

Figure 13. Conditions physiologiques des huîtres observées dans les trois traitements du site de Maisonnette, en fonction de la date d'échantillonnage. 22

Figure 14. Conditions physiologiques des huîtres observées dans les trois traitements du site de Maisonnette, en fonction de la date d'échantillonnage. 23

Figure 15. Température de l'eau, du 28 juin au 10 octobre 2002, sur les trois sites étudiés dans la baie de Caraquet. 24

RÉSUMÉ

Mallet, J.F., T. Landry et O. Chouinard. 2005. Étude sur l'abondance, la distribution, la structure et la productivité de la population d'huîtres de la zone intertidale de la baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2584: viii + 24p.

Une étude sur la population d'huîtres de la zone intertidale de la baie de Caraquet a été réalisée pendant les périodes estivales de 2001 et 2002. Cette étude fut composée d'une évaluation de la population huîtrière en zone intertidale et d'une étude spatio-temporelle de la productivité huîtrière du milieu intertidal et sub-littoral sur trois sites à l'intérieur de la baie de Caraquet. L'effet de placer les huîtres sur le fond et en suspension dans la colonne d'eau fut également étudié sur ces trois sites. Les résultats démontrent que la densité moyenne d'huîtres de la zone intertidale de cette baie est d'environ 4.3 ± 45.4% huîtres/m^2 et que la population de cette région est estimée à 9.2 millions d'huîtres. Les résultats de l'évaluation de la productivité suggèrent que la croissance totale des huîtres est influencée de manière significative par le site et par la position (traitement) des huîtres. D'ailleurs, les résultats obtenus indiquent que la région de Maisonnette démontre une productivité huîtrière inférieure à celle du banc public et de la région de Sainte-Anne-du-Bocage. Ces résultats montrent également que la croissance dans les traitements intertidaux est supérieure à la croissance observée dans les traitements sur le fond de la zone sub-littorale. On remarque également que le temps et l'intensité de la ponte des huîtres varient entre les traitements et ce à l'intérieur d'un même site. Ces résultats mènent à suggérer des études futures et des stratégies pour augmenter la productivité des huîtres dans la baie de Caraquet.

ABSTRACT

A study on the oyster population of the intertidal zone of Caraquet Bay was undertaken during the summers of 2001 and 2002. This study included an evaluation of the oyster population in the intertidal zone and a spatio-temporal study of the oyster productivity of the intertidal and subtidal zone on three sites within the Caraquet bay. The effect of placing the oysters on the bottom and in suspension in the water column was also studied on these three sites. Findings show that the average density of oysters in the intertidal zone of this bay is approximately 4.3 ± 45.4% oysters/m^2 and the population of this region is estimated at 9.2 million oysters. Findings of the productivity evaluation suggest that the total growth of oysters is significantly influenced by the site and the position (treatment) of oysters. The results obtained show that the oyster productivity of the Maisonnette area is significantly lower than on the Public Oyster Fishing Area and in the Sainte-Anne-du-Bocage area. These results also show that growth in the intertidal treatments is higher than the growth observed in the bottom treatments of the subtidal zone. Findings also show that the spawning intensity and timing of the oysters differ between the treatments and this within a given site. These findings lead to suggest future research and strategies in order to increase oyster productivity in the Caraquet Bay.

INTRODUCTION

La baie de Caraquet se situe sur la côte nord-est du Nouveau-Brunswick, Canada, et celle-ci fait partie intégrante de la péninsule acadienne (Figure 1). Cette petite baie peu profonde, située à la limite nordique de l'ère de distribution de l'huître américaine (*Crassostrea virginica*), abrite l'une des populations d'huîtres la plus exploitée commercialement au Canada atlantique (Landry *et al.* 2001a). Cependant, depuis le milieu des années 1980, la productivité huîtrière de cette population a grandement diminuée, ce qui engendre des impacts socio-économiques importants au niveau de l'industrie huîtrière locale (Sephton et Bryan 1988, Chouinard *et al.* 2000, Landry *et al.* 2001a). Il importe donc de favoriser la recherche afin d'assurer une industrie huîtrière durable et développer des stratégies visant l'optimisation et/ou la restauration de la productivité huîtrière de cette baie.

Depuis 1971, plusieurs études portant sur la structure, la distribution, l'abondance et différents aspects de la productivité huîtrière de la population d'huîtres de la baie de Caraquet ont été réalisées afin d'évaluer et de surveiller l'état de cette population (Landry *et al.* 2001a). Cependant, ces études traitent seulement des huîtres du gisement principal de cette baie, soit le banc public. Ainsi, l'abondance, la distribution, la structure et la productivité de la ressource huîtrière de la zone intertidale de cette baie n'ont encore jamais été documentées. De plus, le ramassage « le picking » des huîtres en zone intertidale a pour longtemps été justifié par la croyance voulant que ces huîtres soient en perdition, c'est-à-dire quelles ne survivent pas l'hiver en raison des glaces. Cette mortalité hivernale n'a cependant pas encore été documentée et la pêche de ces huîtres demeure, jusqu'à ce jour, très controversée étant donné les difficultés associées à la gestion et à la supervision de cette activité. Il est donc important d'en savoir plus au niveau de l'abondance, la distribution, la structure et la productivité de cette composante de la biomasse huîtrière, afin d'évaluer l'impact du ramassage en zone intertidale. Cette information permettra aussi d'évaluer l'importance de celle-ci au niveau de la productivité de l'ensemble de la population d'huîtres de la baie de Caraquet.

Les objectifs principaux de cette étude sont (1) d'évaluer la population huîtrière de la baie de Caraquet se trouvant dans la région intertidale et (2) de réaliser une étude spatio-temporelle de la productivité huîtrière de la baie de Caraquet en fonction de

l'emplacement (sites), la position sur le littoral (intertidale vs sub-littorale) et la position dans la colonne d'eau (suspension vs sur le fond) des huîtres. L'étude de la productivité huîtrière sera réalisée à l'aide de suivis mensuels de la croissance et de la condition physiologique des huîtres placées dans les différents traitements (intertidal, sub-littoral fond et sub-littoral suspension).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Évaluation de la population huîtrière en zone intertidale

Afin d'évaluer la population huîtrière de la zone intertidale de la baie de Caraquet, 26 sites d'échantillonnage ont été prédéterminés selon un système de quadrillage (Figure 2). Trois régions de la zone intertidale, soit le haut, le milieu et le bas (en moyenne à 131 m, 172 m et 205 m de la ligne de la haute marée respectivement), de chaque site ont été échantillonnées (Figure 3). Un quadrat d'une surface de 1 m^2 a été déposé aléatoirement sur le fond des régions (haut milieu et bas) de chaque site et tous les huîtres présentes dans la surface délimitée par celui-ci ont été comptées et mesurées. Lors de l'échantillonnage, la position des stations a été géoréférencée à l'aide d'un GPS (Global Positioning System, Garmin 12CX).

Étude spatio-temporelle de la productivité huîtrière

Sites d'étude

Pour l'étude spatio-temporelle, trois sites dans la baie de Caraquet ont été choisis : le banc public, la région de Maisonnette et la région de Sainte-Anne-du-Bocage (Figure 4). Le choix des sites s'est fait en fonction des résultats obtenus lors d'une étude connexe effectuée en 2001 (Mallet *et al.* 2005). L'échantillonnage a été réalisé principalement pendant la période estivale de 2002, c'est-à-dire du 31 mai au 10 octobre. Des cages ont été installées sur ces trois sites de manière à ce que l'on puisse étudier et comparer la productivité huîtrière de la zone intertidale et sub-littorale de chacun des sites étudiés. Les installations des trois sites étudiés furent identifiées par des bouées et les positions géographiques précises de celles-ci furent enregistrées à l'aide d'un GPS (Global Positioning System, Garmin 12CX).

Installations

Afin de réaliser cette étude, 1 188 huîtres[1] (toutes de la même population) ont été triées de façon à ce qu'elles soient toutes du même groupe d'âge et toutes de la même taille, soit de 40 à 50 mm. Elles ont ensuite été placées dans les cages disposées sur chacun des sites, afin d'évaluer la productivité huîtrière du milieu.

Dans la zone intertidale de chacun des trois sites, une cage de type Bryan[2] et une poche en Vexar®[3], attachées à une brique furent installées (Figure 5).

Dans la zone sub-littorale de chacun des trois sites, deux cages permettant de comparer la productivité des huîtres en suspension et sur le fond, furent installées (Figure 6). Les cages étaient divisés en cinq étages, analogues à des tiroirs pouvant contenir chacun une cage de type Bryan ou une poche de Vexar®. L'étage supérieur fut utilisé pour le traitement « en suspension » et l'étage inférieur fut utilisé pour le traitement « sur le fond ». Dans l'une des cages, on a placé deux cages de type Bryan, l'une sur l'étage supérieur et l'autre sur l'étage inférieur. Cette cage servait au suivi de croissance des huîtres (en suspension et sur le fond) de la région sub-littorale du site étudié. La deuxième cage contenait deux poches de Vexar®, l'une sur l'étage supérieur et l'autre sur l'étage inférieur. Cette deuxième cage servait au suivi de condition physiologique des huîtres (en suspension et sur le fond) dans la zone sub-littorale du site en question.

Les 32 huîtres contenues dans chacune des cages de type Bryan servaient au suivi de croissance, tandis que les 100 huîtres contenues dans chacune des poches en Vexar® servaient au suivi de condition physiologique des traitements (intertidal, sub-littoral suspension et sub-littoral fond) des sites. Les briques attachées sous les installations servaient d'ancrage et les stabilisateurs (tiges de fibres de verre) les empêchaient de basculer sous l'effet des vagues.

Croissance et indice de condition physiologique

La croissance et la condition physiologique des huîtres furent mesurées à des intervalles d'environ un mois (le 31 mai, le 28 juin, le 1er août, le 30 août et le 10 octobre

---

[1] Les **huîtres** utilisées dans cette étude ont été achetées d'un ostréiculteur de la région de Richibouctou.

[2] **Cage Bryan :** Une boite rectangulaire utilisée pour les suivis de croissance faite de grillage plastifié et divisée en 32 compartiments pouvant contenir chacun une huître.

[3] **Vexar® :** Un plastique très résistant utilisé dans la fabrication de plusieurs équipements aquacoles.

2002). La croissance a été déterminée à partir des huîtres placées dans les cages Bryan. La condition physiologique a été déterminée en calculant l'indice de condition d'un sous échantillon aléatoire de 20 huîtres provenant des poches de Vexar®. Les indices de condition furent calculés en mesurant le poids de la matière organique sèche d'une huître en relation avec le poids sec de la coquille (Landry *et al.* 2001b) :

I.C. = (poids de la matière organique x 100) / le poids sec de la coquille

La matière organique est obtenue en calculant la différence entre le poids de la chaire séchée (déshydratée pendant 24 heures à une température constante de 70°C) et le poids des cendres. Le contenu en cendres a été obtenu en plaçant les échantillons de chaire séchée dans un four à moufle à 500°C pendant 12 heures. Les coquilles furent brossées et rincées sous l'eau afin d'y enlever toutes formes de saletés ou d'épifaunes et par la suite séchées à la température de la pièce pendant 24 heures avant d'être pesées.

Suivi de la température

Le suivi de la température fut réalisé à l'aide de sondes «Vemco®» mesurant la température à un intervalle précis. Ces dispositifs furent attachés à l'une des cages placées dans la région sub-littorale des trois sites. Les températures furent enregistrées à chaque heure du 28 juin au 10 octobre 2002.

Analyses statistiques

L'analyse des données des suivis de la croissance et de la condition physiologique des huîtres a été réalisée à l'aide d'analyses de variances (ANOVA) simples. Des tests de comparaisons multiples de type Tukey ont été réalisés pour vérifier où se trouvaient les différences (Zar 1996). Il est à noter que les comparaisons et les analyses statistiques de la croissance ont dû être modifiées suite à la perte de la cage de la zone intertidale du site du banc public en raison de vandalisme (facteurs non équilibrés). Le test-T (deux échantillons) a été utilisé pour déterminer s'il existait une différence entre les données impliquant celles du traitement intertidal perdu. Le seuil d'acceptation des analyses statistiques est de $P > 0.05$.

RÉSULTATS

Évaluation de la population huîtrière en zone intertidale

La zone intertidale de la baie de Caraquet s'étend sur une superficie d'environ 213 ha (2.13 km^2). Cette estimation fut obtenue à l'aide d'un logiciel de système d'information géographique (SIG-GIS : MapInfo®).

La longueur moyenne des huîtres de l'ensemble de la zone intertidale est de 51.31 mm (Tableau 1) et il n'existe aucune différence significative entre la longueur moyenne des huîtres du haut, du milieu et du bas de la zone intertidale (P = 0.061). Cependant, il existe une différence significative entre les densités moyennes (huîtres/m^2) des stations (P = 0.027). Les densités moyennes d'huîtres du haut, du milieu et du bas de la zone intertidale sont de 1.8 ± 94.05% huîtres/m^2, de 3.2 ± 56.5% huîtres/m^2 et de 8.0 ± 63.6% huîtres/m^2 respectivement (Tableau 1).

La densité moyenne (huîtres/m^2) pour l'ensemble de la zone intertidale est d'environ 4.3 ± 45.4% huîtres/m^2 (Tableau 2). La densité moyenne des huîtres de taille commerciale (> 75 mm) de cette région est de 0.2 ± 74.2% huîtres/m^2 et celle des huîtres recrues (35-75 mm) de la zone intertidale est de 3.7 ± 46.1% huîtres/m^2 (Tableau 2). Pour ce qui est des huîtres juvéniles (0-35mm) de la zone intertidale, la densité moyenne est de 0.4 ± 64.5% huîtres/m^2 (Tableau 2).

Le Tableau 3 démontre les estimations de la population totale et la biomasse d'huîtres commerciales (> 75 mm) de la zone intertidale. Ces estimations ont été obtenues à partir des résultats des densités moyennes des huîtres commerciales et de l'ensemble de la population huîtrière de la zone intertidale. La population totale d'huîtres dans la zone intertidale en 2001 a été estimée à 9.2 millions et la population d'huîtres commerciales de cette zone a été estimée à 0.4 millions. La biomasse d'huîtres de taille commerciale disponible en 2001 dans la zone intertidale a été estimée à 34 tonnes métriques.

Les huîtres de taille commerciale (> 75 mm) ne représentent que 4% de la population, tandis que les huîtres recrues (35-75 mm) représentent 85.7% de la population et les huîtres juvéniles (0-35 mm) représentent 10.3% de la population (Tableau 4).

Il est à noter que pour fins de comparaisons, les Tableaux 2, 3 et 4 présentent les résultats de la population d'huîtres du banc public de la baie de Caraquet de l'étude Landry *et al.* (2001a).

Étude spatio-temporelle de la productivité huîtrière

Suivi de la croissance

La croissance moyenne (observée du 31 mai au 10 octobre 2002) des huîtres des traitements intertidaux était de 10.62 ± 0.99 mm, de 11.98 ± 0.85 mm dans les traitements sub-littoraux en suspension et de 7.05 ± 0.85 mm dans les traitements sub-littoraux sur le fond.

Chez les traitements intertidaux, la croissance la plus importante fut observée sur le site de Sainte-Anne-du-Bocage, alors que la croissance la plus faible fut observée sur le site de la région de Maisonnette (P = 0.000 ; Figure 7). Chez les traitements sub-littoraux en suspension, le site du banc public et celui de la région de Sainte-Anne-du-Bocage ont présenté une croissance significativement supérieure à celle du site de la région de Maisonnette (Figure 7). En ce qui concerne les traitements sub-littoraux sur le fond, les sites ayant présenté la croissance la plus élevée et la plus faible furent le site de Sainte-Anne-du-Bocage et le site de la région de Maisonnette respectivement (Figure 7). Finalement, les résultats des ANOVA simples effectuées sur les croissances observées dans les traitements sub-littoraux (Figure 7), démontrent que les croissances des huîtres placées dans les traitements sub-littoraux en suspension et sur le fond du site de la région de Maisonnette se sont avérées significativement inférieures à celles des deux autres sites étudiés.

Le résultat du test-T deux échantillons (Figure 8) démontre qu'il existe une différence significativement importante entre la croissance observée dans les traitements sub-littoraux (suspension et fond) du site du banc public (P = 0.000). Les ANOVA simples effectuées entre les trois traitements à l'intérieur des sites de Maisonnette et de Sainte-Anne-du-Bocage (Figure 8), démontrent une différence significative sur ces deux sites (Maisonnette : P = 0.000 et Sainte-Anne-du-Bocage : P = 0.018). Les comparaisons multiples (Tukey) de ces ANOVA démontrent que sur le site de Maisonnette et sur celui de Sainte-Anne-du-Bocage, les croissances des huîtres des traitements intertidaux et sub-

littoraux en suspension ne sont pas significativement différentes. Ces résultats montrent également que, sur ces deux sites, la croissance des huîtres dans le traitement intertidal est supérieure à celle des huîtres du traitement sub-littoral sur le fond.

Suivi de la condition physiologique

Au cours de cette étude, la condition physiologique moyenne des huîtres des traitements sub-littoral en suspension avait tendance à être supérieure à celle des autres traitements, et ce sur les trois sites étudiés (Tableau 5).

Le suivi saisonnier des conditions physiologiques des huîtres placées dans les traitements du site du banc public démontre une chute significative entre le 01/08/02 et le 30/08/02 pour les huîtres du traitement sub-littoral en suspension, tandis que pour les huîtres du traitement sub-littoral sur le fond de ce même site il indique une chute significative entre le 28/06/02 et le 01/08/02 (Figure 9).

La variation saisonnière de la condition physiologique des huîtres des trois traitements placés sur le site de la région de Maisonnette indique que les huîtres des traitements intertidal et sub-littoral sur le fond ont subi une chute significative entre le 28/06/02 et le 01/08/02, tandis que celle du traitement sub-littoral en suspension a chutée significativement entre le 01/08/02 et le 10/10/02 (Figure 10).

La Figure 11 démontre qu'une chute significative de la condition physiologique des huîtres des traitements sub-littoraux du site de la région de Sainte-Anne-du-Bocage est survenue entre le 28/06/02 et le 01/08/02, et que le traitement intertidal de ce même site a présenté une chute significative graduelle de la condition physiologique entre le 28/06/02 et le 10/10/02.

Les Figures 12, 13 et 14 indiquent que la variation de la condition physiologique des huîtres en fonction des dates d'échantillonnage des différents traitements n'est pas la même à l'intérieur des traitements d'un site.

Suivi de la température

La température quotidienne moyenne, du 29 juin au 10 octobre 2002, sur les trois sites (le banc public, Maisonnette et Sainte-Anne-du-Bocage) est représentée graphiquement à la Figure 15. Les variations de température sont très semblables pour les trois sites. Les températures moyennes pendant la période d'étude pour les trois sites

sont les suivantes : banc public 18.73°C, Maisonnette 18.12°C et Sainte-Anne-du-Bocage 18.23°C. L'écart entre ces températures moyennes n'est que 0.61°C. Les températures quotidiennes moyennes ont atteint leurs maximums aux environs du 16 août. Par la suite, celles-ci ont graduellement diminuées, de sorte à atteindre leurs minimums observés, vers le 10 octobre (Tableau 6; Figure 15).

DISCUSSIONS

En ce qui concerne les densités d'huîtres (huîtres/m^2) dans le haut, le milieu et le bas de la zone intertidale, il n'est pas surprenant d'observer une densité croissante d'huîtres en descendant la zone intertidale (du haut vers le bas), puisque le haut de la zone intertidale représente un environnement relativement dur et difficilement colonisable par les huîtres (Galtsoff 1964).

La densité moyenne d'huîtres pour l'ensemble de la zone intertidale (4.3 ± 45.4% huîtres/m^2) est environ onze fois plus petite que celle de l'ensemble du banc public. D'ailleurs, on estime que la population totale d'huîtres présente dans la zone intertidale (9.2 millions) est dix fois plus petite que celle du banc public.

La population d'huîtres commerciales en zone intertidale en 2001 a été évaluée à 34 tonnes métriques (0.4 millions d'huîtres), ce qui est environ treize fois inférieur à la ressource disponible sur le banc public en 1999. Selon ces résultats, il semble que la population d'huîtres de la zone intertidale de la baie de Caraquet serait tout de même en mesure de soutenir une pêche commerciale, mais de plus petite envergure en terme de participation et d'effort de pêche. À titre d'exemple, selon les résultats non publiés d'un suivi du ramassage d'huîtres en zone intertidale de la baie de Caraquet, 10 pêcheurs (chacun récoltant en moyenne 850 huîtres/heure, pendant 3 heures/jour et pour un maximum de 20 jours de pêche/saison) pourraient ramasser une somme totale d'environ 510 000 huîtres (de 40mm et plus) pendant la saison estivale. Ce dernier montant ne représente que 5.5% de la population totale d'huîtres de la zone intertidale (9.2 millions d'huîtres).

Les huîtres de taille recrue (30-75 mm) dominent la population d'huîtres de la zone intertidale avec une proportion de 85.7%, tout comme chez la population du banc public (71.3%). Ceci indique un bon recrutement pour les années à venir pour cette

région (Landry *et al.* 2001a). Cependant, les huîtres juvéniles (0-35mm) de la zone intertidale ne représentent que 10.3% de cette population, ce qui laisse croire que la population d'huîtres de cette région sera faible dans les années subséquentes (Landry *et al.* 2001a). Les proportions d'huîtres commerciales (> 75 mm) dans la zone intertidale et sur le banc public sont semblables et plutôt faibles, soient 4.0% et 5.3% respectivement. Sur le banc public, ces faibles proportions d'huîtres de taille commerciale sont probablement dues à la concentration de l'effort de pêche sur les spécimens de cette classe de taille et au phénomène des huîtres boudeuses (Mallet *et al.* 2005). Cependant, en ce qui concerne les huîtres de la zone intertidale, ce résultat suggère que celles-ci sont sujettes à des mortalités hivernales, puisqu'il est évident que l'effort de pêche dans la zone intertidale est inférieur à celui du banc public.

Les résultats de l'évaluation de la productivité huîtrière de cette étude, tout comme ceux de l'étude de Mallet *et al.* (2005) et de celle de Doiron (2001), démontrent que le site influence la croissance des huîtres dans la baie de Caraquet. D'ailleurs, les résultats de la présente étude démontrent que la croissance des huîtres de la région de Maisonnette fut significativement inférieure à celle des autres sites (banc public et Sainte-Anne-du-Bocage) quelle que soit la position (intertidale, sub-littorale en suspension ou fond). Ces résultats appuient donc ceux obtenus par Boghen *et al.* (2001) et par Mallet *et al.* (2005). Cette croissance plus faible pourrait être expliquée par des changements dans les paramètres physico-chimiques (*e.g.* salinité) de l'habitat huîtrier local engendrés par une brèche dans la dune de Maisonnette (Mallet *et al.* 2005). Cependant, les résultats du suivi de la température (moyenne quotidienne) n'ont pas permis de déceler de différence entre les températures des sites étudiés. Ainsi, dans l'élaboration d'un projet visant l'optimisation et/ou la restauration de la productivité huîtrière de la baie de Caraquet, la région de Maisonnette devrait être considérée comme un site à faible potentiel étant donné sa productivité huîtrière inférieure.

Les résultats obtenus montrent également que la croissance des huîtres des traitements sub-littoraux en suspension fut significativement supérieure à ceux des traitements sub-littoraux sur le fond, sur deux des trois sites. En général, les huîtres placées dans les traitements en suspension présentent une croissance supérieure à celles des traitements sur le fond. Cette croissance supérieure est possiblement liée au fait que

celles-ci ont un meilleur accès à la nourriture, moins de problèmes de sédimentation et un environnement avec moins de prédateurs (Moroney et Walker 1999, O'Beirn *et al.* 1994, Mallet 2004).

La croissance des huîtres des traitements intertidaux des sites de la région de Maisonnette et de Sainte-Anne-du-Bocage fut équivalente à celle des traitements sub-littoraux en suspension et significativement supérieure à celle des traitements sub-littoraux sur le fond de ces mêmes sites. L'étude de Moroney et Walker (1999), montre des résultats similaires en ce qui concerne la croissance des huîtres en milieu intertidal vs sub-littoral. Ceci suggère que la zone intertidale de la baie de Caraquet serait un endroit tout aussi productif, au niveau de la croissance, que le milieu sub-littoral en suspension. Ainsi, un reparquage printanier des huîtres sub-littorales vers la zone intertidale et une récolte en automne pourraient être considérés. Malgré que ce soit intéressant pour le développement de l'ostréiculture et l'élaboration de projet de restauration, le milieu intertidal possède, tout de même, plusieurs inconvénients considérables, notamment la présence des glaces hivernales et les risques liés au vandalisme. De plus, les résultats obtenus sont applicables au système de cage; ainsi, il est possible qu'un reparquage directement sur le fond intertidal n'augmente pas la croissance.

Chez l'huître, la ponte peut être signalée par une chute significative de sa condition physiologique (Galtsoff 1964, Rainer et Mann 1992, Austin *et al.* 1993). Les huîtres des trois traitements (intertidal, sub-littoral en suspension et sur le fond) à l'intérieur d'un site donné n'ont pas pondu en même temps et n'ont pas contribuées de manière équivalente au recrutement (intensité de la ponte). Ce résultat, ainsi que ceux de l'étude de Mallet *et al.* (2005), montrent que la ponte des huîtres ne se produit pas avec un synchronisme absolu dans la baie de Caraquet. Un manque de synchronisme dans la ponte à l'échelle de la baie peut être considéré comme un avantage au niveau du recrutement, puisque un tel phénomène permet le renouvellement des larves en cas de pertes ou de mortalités massives (*e.g.* : courants, vents forts, mortalité suite au pluies). Par contre, on peut remarquer que la ponte des trois traitements sub-littoraux sur le fond s'est produite en même temps sur les trois sites (Tableau 7). Il est aussi intéressant de remarquer que les huîtres placées en zone intertidale ont elles aussi contribuées au recrutement de l'ensemble de la population d'huîtres de la baie de Caraquet.

CONCLUSION

Les résultats de l'évaluation de la population huîtrière de la zone intertidale de la baie de Caraquet, démontrent que la densité moyenne d'huîtres de cette région est d'environ 4.3 ± 45.4% huîtres/m^2 et que la population de cette région est estimée à 9.2 millions d'huîtres (l'équivalent de 1/10 de la population huîtrière retrouvée sur le banc public). Ces résultats démontrent qu'au niveau du recrutement pour les années à venir, cette population se trouve dans un état tout aussi critique que celui du banc public, puisque les huîtres recrues (0-35 mm) ne représentent que 10.3% de cette population.

Les résultats de l'étude spatio-temporelle de 2002 démontrent que la productivité huîtrière de la baie de Caraquet varie en fonction du site et de la position sur le site. Les résultats obtenus indiquent que la région de Maisonnette démontre une productivité huîtrière significativement inférieure à celle du banc public et de la région de Sainte-Anne-du-Bocage. Ceci appuie les observations et les résultats obtenus par Mallet *et al.* (2005), à l'égard de la productivité huîtrière de la région de Maisonnette. Les résultats du suivi de la croissance de cette étude suggèrent également que la croissance des huîtres dans la zone intertidale est équivalente à celle des huîtres placées en suspension dans la zone sub-littorale. Les résultats du suivi de la croissance montrent aussi que la croissance dans ces deux derniers traitements est généralement supérieure à la croissance observée dans les traitements en zone sub-littorale sur le fond. On remarque également que le temps et l'intensité de la ponte des huîtres varient entre les traitements (intertidal, sub-littoral en suspension et sur le fond), et ce à l'intérieur d'un même site. Ceci étant dit, afin de faire suite à cette étude, il serait intéressant d'examiner les raisons qui pourraient expliquer la pauvre performance des huîtres à Maisonnette. Il serait aussi important de songer sérieusement à l'élaboration de stratégies visant l'optimisation et/ou la restauration de la population d'huîtres de la baie de Caraquet en fonction des résultats obtenus.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier sincèrement Réginald Dugas et Maurice Daigle pour leurs collaborations et Rémi Sonier pour son aide précieuse avec le travail de terrain et de laboratoire reliés à ce projet.

RÉFÉRENCES

Austin, H., D.S. Haven et M.S. Moustafa. 1993. The relationship between trends in a condition index of the American oyster, *Crassostrea virginica*, and environmental parameters in three Virginia estuaries. Estuaries 16 (2) : 362-374

Boghen, A., T. Landry, C. Calder, et E. Bataller. (à paraître), 2001. An Evaluation and Geographic Variations of Oyster Production in Caraquet Bay. Environmental Sciences Research Centre Université de Moncton : 23p

Chouinard, O., P.M. Desjardins et E. Forgues. 2000. Vers une gestion intégrée du bassin versant de la baie de Caraquet. Document réalisé par la Chaire d'études K.-C.-Irving en développement durable et la Chaire des Caisses populaires acadiennes en études coopératives de l'Université de Moncton, pour Pêches et Océans Canada. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2532 : 119p.

Doiron, S. 2001. Évaluation de la croissance des huîtres dans la baie de Caraquet, saison estivale 1999. Ministère de l'agriculture des pêches et de l'aquaculture du Nouveau-Brunswick. v + 19p.

Galtsoff, P.S. 1964. The American Oyster, *Crassostrea virginica* Gmelin. Fishery Bulletin 64 : 480p.

Landry, T., M. Ouellette, N. Brun et P. Cormier. 2001a. Étude sur l'abondance, la distribution et la structure de la population d'huîtres du banc public de la baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick. Rapp. Tech. Can. Sci. halieut. Aquat. 2357 : vi + 29p.

Landry, T., M. Hardy., M. Ouellette, N.G. MacNair et A. Boghen. 2001b. Monitoring the life cycle of the northern quahaug, *Mercenaria mercenaria*, in Prince Edward Island. Rapp. Tech. Can. Sci. halieut. Aquat. 2355 : v + 18p.

Lavoie, R.E. 1977. The Oyster Population of the Public Fishing Area, Caraquet Bay, New Brunswick. Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. 735: vi + 39p.

Mallet, J.F, T. Landry et O. Chouinard. 2005. Comparaison entre la productivité de la population d'huîtres indigène et celle d'une source témoin, dans la baie de Caraquet au Nouveau-Brunswick. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2583: vi + 21p.

Mallet, M. 2004. Effet de la densité d'élevage et du site d'élevage sur l'huître américaine, *Crassostrea virginica*, cultivé en poches flottantes. Thèse. Université de Moncton. 66p.

Moroney, D.A. et R.L. Walker. 1999. The Effects of Tidal and Bottom Placement on the Growth, Survival and Fouling of the Eastern Oyster. Journal of the World Aquaculture Society. 30 (4) : 433-442.

O'Beirn. F.X., C.C. Dein et R.L. Walker. 1994. Prevalence of *Perkinsus marinus* in the eastern oyster, *Crassostrea virginica* in relation to tidal placement in a Georgia tidal creek. Northeast Gulf Science. 13 : 79-87.

Rainer, J.S., et R. Mann. 1992. A Comparison of Methods for Calculating Condition Index in Eastern Oysters, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791). J. Shellfish Res. 11 (1) : 55-58.

Sephton, T.W. et C.F. Bryan. 1988. Abundance , distribution and dynamics of the American oyster population of the public Fishing Area of Caraquet Bay, New Brunswick. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.1654:18p.

Zar, J.H. 1996. Biostatistical Analysis : Third edition, Prentice-Hall, Toronto. 662p.

Tableau 1. Longueurs moyennes (mm) et densités moyennes (huîtres/m^2) des huîtres dans le haut, le milieu, le bas et l'ensemble de la zone intertidale de la baie de Caraquet en 2001.

	Haut	Milieu	Bas	Zone intertidale
Longueur moyenne (nb ± I.C.)	49.74 ± 3.50	54.74 ± 3.08	50.31 ± 2.19	51.31 ± 1.63
Densité moyenne (nb ± I.C.%)	1.8 ± 94.0%	3.2 ± 56.5%	8.0 ± 63.6%	4.3 ± 45.4%

Tableau 2. Comparaison des densités (huîtres/m^2) des différentes classes de taille d'huîtres pour la zone intertidale (2001) et le banc public (1999) de la baie de Caraquet.

	Densité totale (nb ± I.C.%)	> 75 mm (nb ± I.C.%)	35-75 mm (nb ± I.C.%)	0-35 mm (nb ± I.C.%)
Zone intertidale	4.3 ± 45.4%	0.2 ± 74.2%	3.7 ± 46.1%	0.4 ± 64.5%
Banc public*	47.6 ± 23.9%	2.7 ± 33.4%	35.0 ± 23.7%	9.9 ± 28.3%

*Résultats tirés de l'étude de Landry *et al.* 2001a (méthode arithmétique)

Tableau 3. Estimation des populations et des biomasses d'huîtres de la zone intertidale (2001) et du banc public (1999) de la baie de Caraquet.

	Zone intertidale		Banc public*	
	Totale	Commerciales	Totale	Commerciales
Population totale (en millions)	9.2	0.4	92.3	5.2
Nb. de boîtes d'huîtres de taille commerciale*		842		10 947
Nb. de tonnes d'huîtres de taille commerciale		34		447

*Résultats tirés de l'étude de Landry *et al.* 2001a (méthode arithmétique)

**Une tonne métrique contient 24.5 boites d'huîtres commerciales et chaque boites contient 450-500 huîtres commerciales (Lavoie 1977).

Tableau 4. Distribution de la taille des populations d'huîtres (en pourcentage) de la zone intertidale (2001) et du banc public (1999) de la baie de Caraquet.

	> 75 mm (nb ± I.C.%)	35-75 mm (nb ± I.C.%)	0-35 mm (nb ± I.C.%)
Zone intertidale	4.0%	85.7%	10.3%
Banc public*	5.3%	71.3%	23.4%

*Résultats tirés de l'étude de Landry *et al.* 2001a (méthode arithmétique)

Tableau 5. Les indices de condition physiologique (%) moyens des huîtres des traitements intertidal, sub-littoral en suspension et sur le fond des trois sites d'étude.

	Intertidal (% ± I.C.)	Sub-littoral en suspension (% ± I.C.)	Sub-littoral sur le fond (% ± I.C.)
Banc Public	N/D	3.69 ± 0.19	3.06 ± 0.18
Maisonnette	2.90 ± 0.18	3.30 ± 0.17	3.11 ± 0.21
Sainte-Anne-du-Bocage	3.43 ± 0.16	3.80 ± 0.21	3.46 ± 0.15

Tableau 6. Les températures quotidiennes moyennes, maximales et minimales observées du 28 juin au 10 octobre 2002 dans la baie de Caraquet (région sub-littorale).

	Température moyenne (°C)	Température maximale (°C) et date	Température minimale (°C) et date
Banc Public	18.73	25.57 – 17/08/02	8.48 – 10/10/02
Maisonnette	18.12	25.02 – 16/08/02	8.67 – 09/10/02
Sainte-Anne-du-Bocage	18.23	24.49 – 15/08/02	8.27 – 09/10/02

Tableau 7. Sommaire du temps approximatif de ponte des huîtres dans chacun des traitements et des sites étudiés dans la baie de Caraquet en 2002.

Traitement – Site	Estimé du temps de la ponte
Intertidal – banc public	n/d
Intertidal – Maisonnette	28/06/02 – 01/08/02
Intertidal – Sainte-Anne-du-Bocage	28/06/02 – 10/10/02
Sub-littoral en suspension – banc public	01/08/02 – 30/08/01
Sub-littoral en suspension – Maisonnette	01/08/02 – 10/10/02
Sub-littoral en suspension – Sainte-Anne-du-Bocage	28/06/02 – 01/08/02
Sub-littoral sur le fond – banc public	28/06/02 – 01/08/02
Sub-littoral sur le fond – Maisonnette	28/06/02 – 01/08/02
Sub-littoral sur le fond – Sainte-Anne-du-Bocage	28/06/02 – 01/08/02

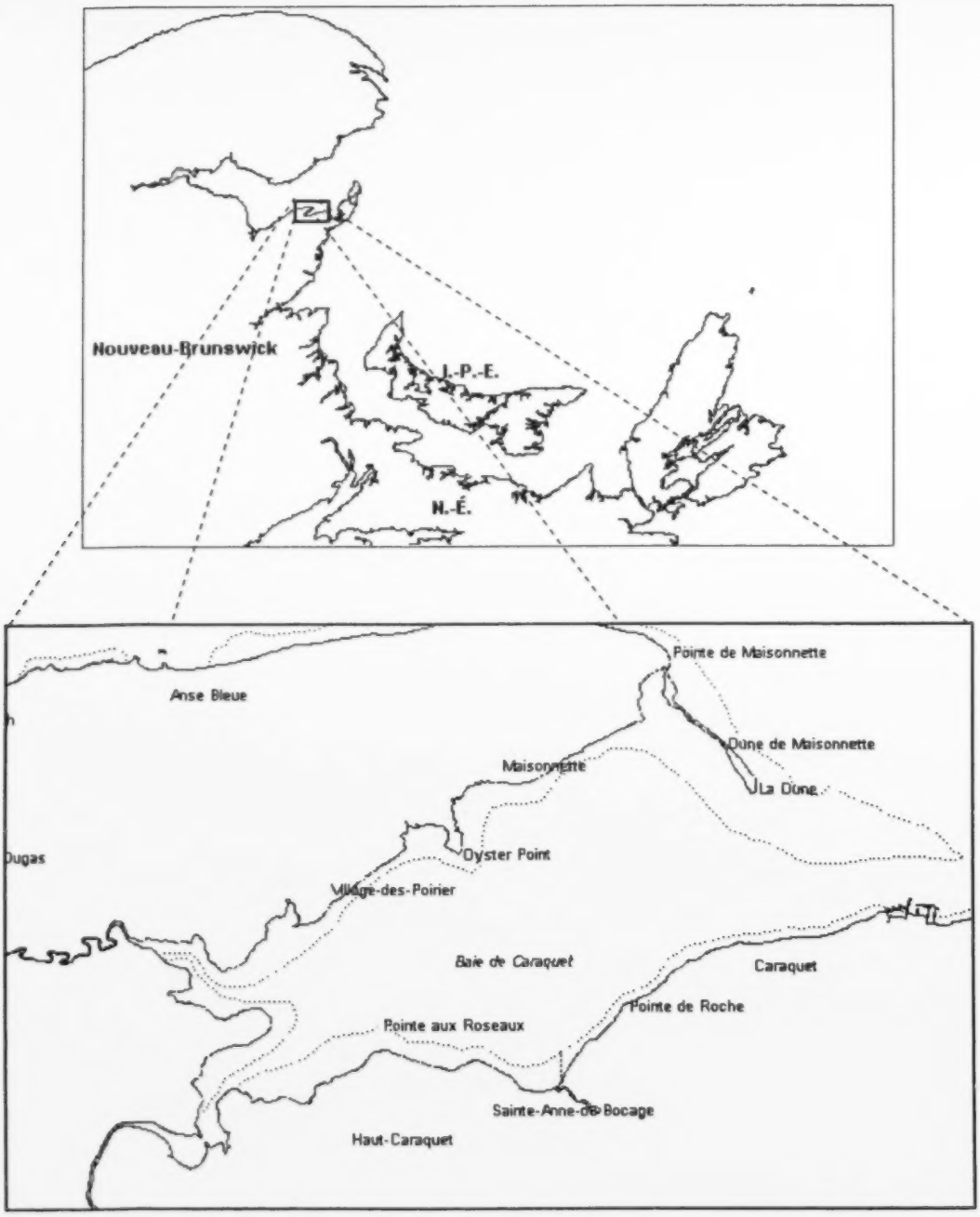

Figure 1. Baie de Caraquet, Nouveau-Brunswick.

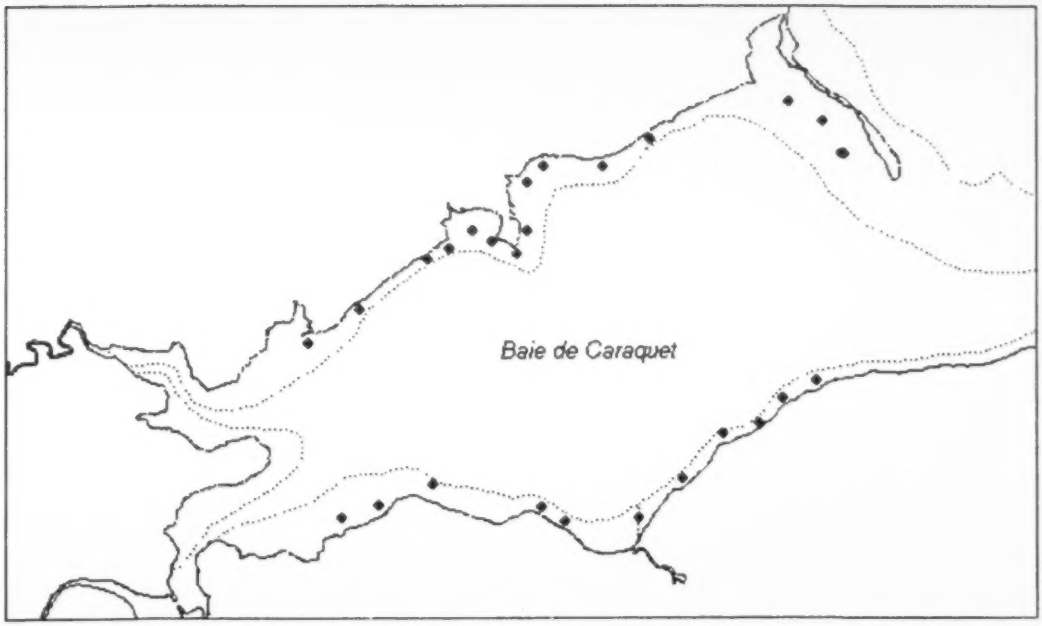

Figure 2. Sites d'échantillonnage d'huîtres dans la zone intertidale de la baie de Caraquet en 2001.

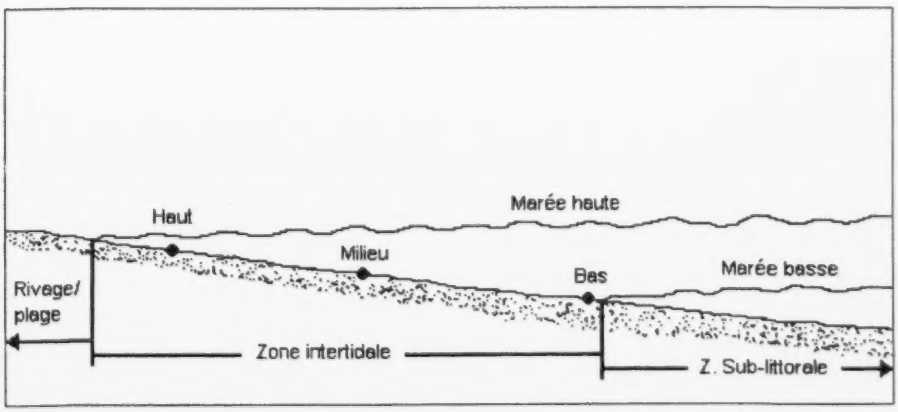

Figure 3. Schéma illustrant les régions (haut, milieu et bas) des sites d'échantillonnage dans la zone intertidale.

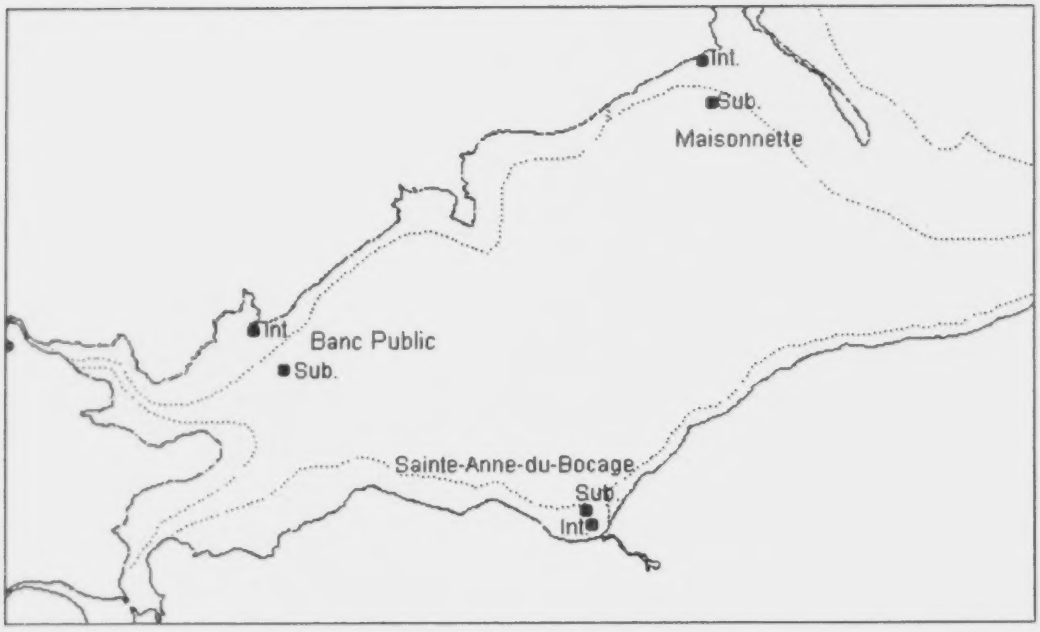

Figure 4. Sites d'étude dans la baie de Caraquet en 2002.

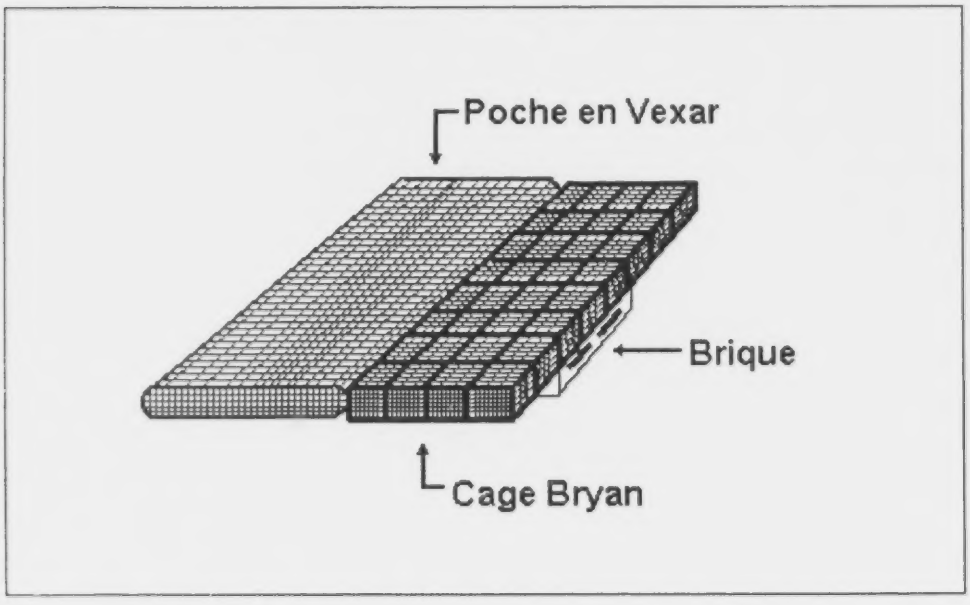

Figure 5. Schéma illustrant les cages installées dans la zone intertidale de chacun des sites étudiés dans la baie de Caraquet en 2002.

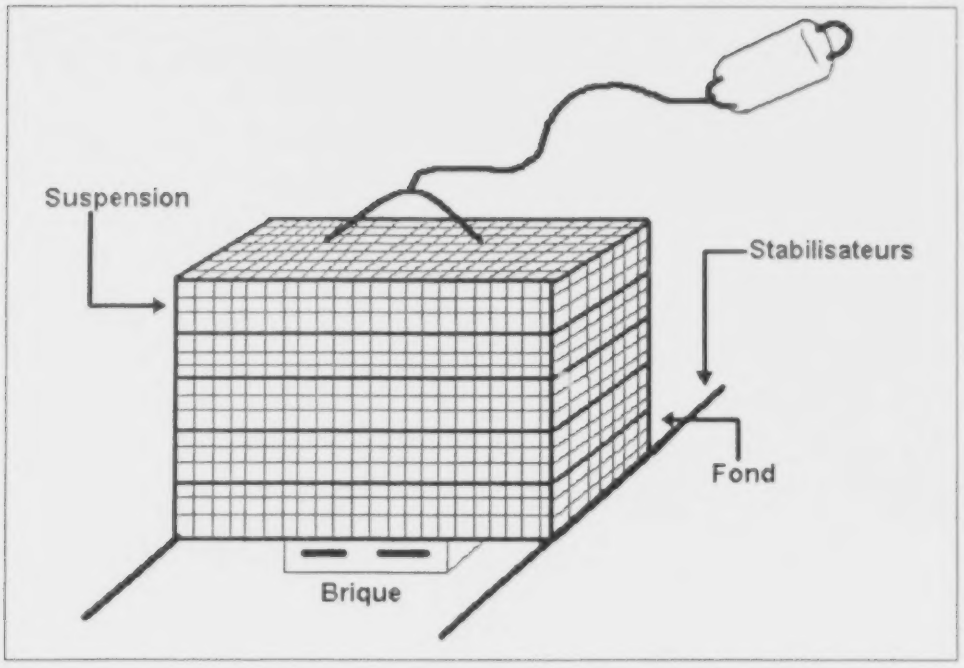

Figure 6. Schéma illustrant les cages installées dans la zone sub-littorale de chacun des sites étudiés dans la baie de Caraquet en 2002.

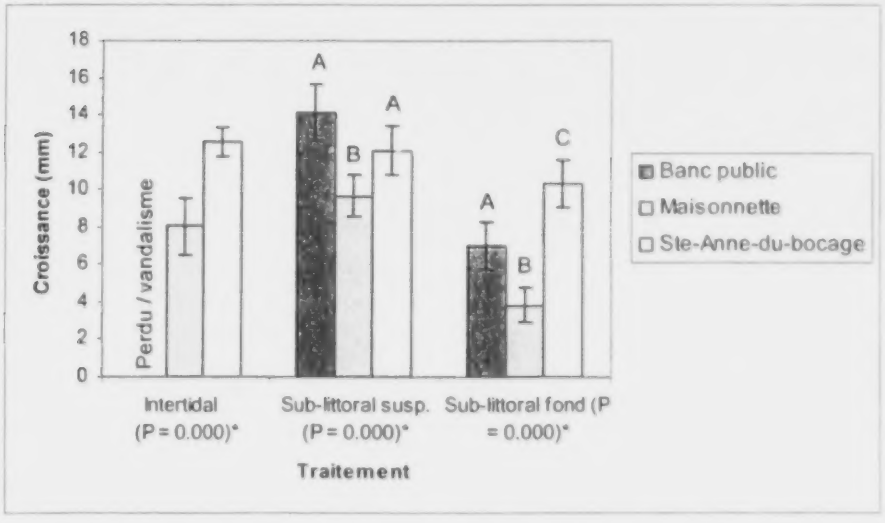

Figure 7. Croissances des huîtres à l'intérieur des trois traitements étudiés dans la baie de Caraquet, du 31 mai au 10 octobre 2002. Les barres d'erreurs représentent les intervalles de confiance (95%) et les lettres représentent les résultats de tests de comparaisons multiples de type Tukey. Les probabilités des ANOVA 1 facteur et du test-T (deux échantillons) sont représentées entre parenthèses et les astérisques (*) indiquent une différence significative.

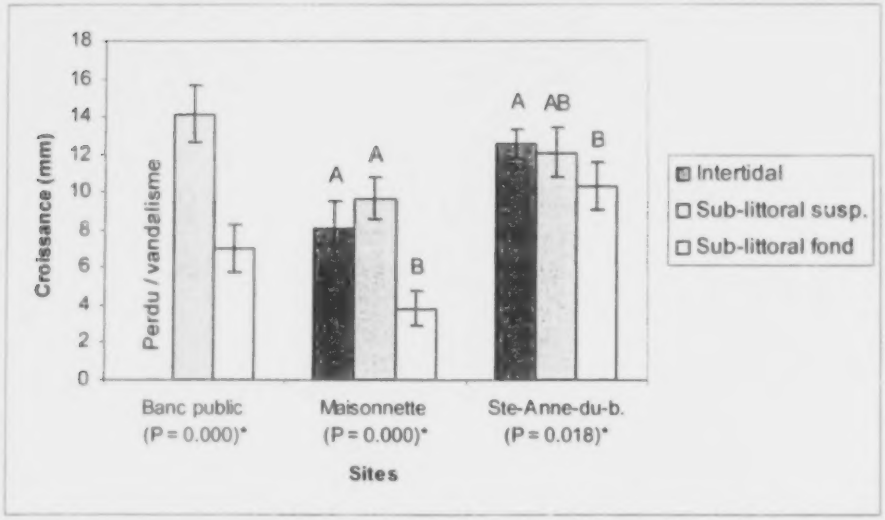

Figure 8. Croissances des huîtres à l'intérieur des trois sites étudiés dans la baie de Caraquet, du 31 mai au 10 octobre 2002. Les barres d'erreurs représentent les intervalles de confiance (95%). Les probabilités des ANOVA 1 facteur et du test-T (deux échantillons) sont représentées entre parenthèses et les astérisques (*) indiquent une différence significative.

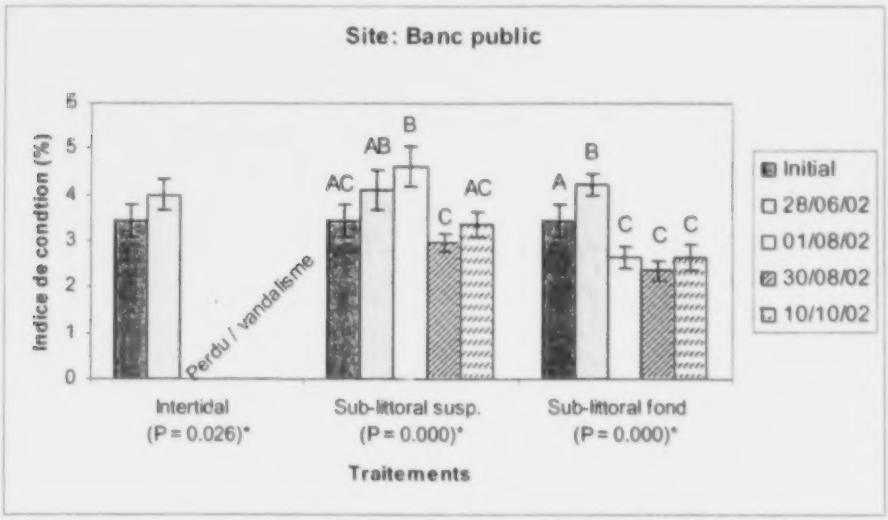

Figure 9. Variations saisonnières de la condition physiologique des huîtres observées dans les trois traitements du site du banc public en 2002. Les barres d'erreurs représentent les intervalles de confiance (95%) et les lettres représentent les résultats de tests de comparaisons multiples de type Tukey. Les probabilités des ANOVA 1 facteur sont représentées entre parenthèses et les astérisques (*) indiquent une différence significative.

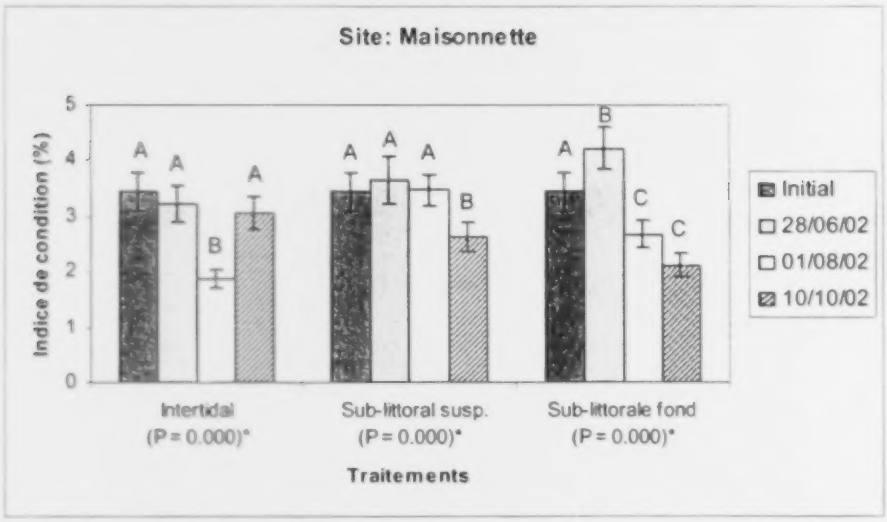

Figure 10. Variations saisonnières de la condition physiologique des huîtres observées dans les trois traitements du site de Maisonnette en 2002. Les barres d'erreurs représentent les intervalles de confiance (95%) et les lettres représentent les résultats de tests de comparaisons multiples de type Tukey. Les probabilités des ANOVA 1 facteur sont représentées entre parenthèses et les astérisques (*) indiquent une différence significative.

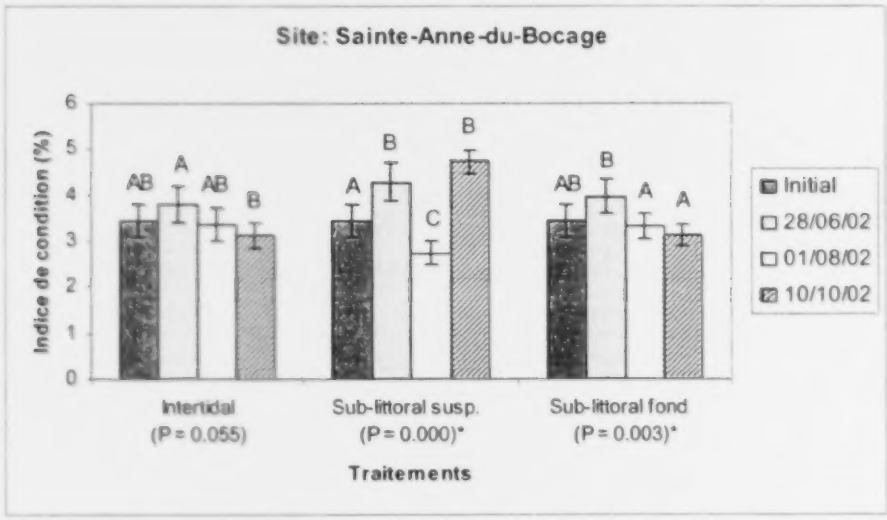

Figure 11. Variations saisonnières de la condition physiologique des huîtres observées dans les trois traitements du site de Sainte-Anne-du-Bocage en 2002. Les barres d'erreurs représentent les intervalles de confiance (95%) et les lettres représentent les résultats de tests de comparaisons multiples de type Tukey. Les probabilités des ANOVA 1 facteur sont représentées entre parenthèses et les astérisques (*) indiquent une différence significative.

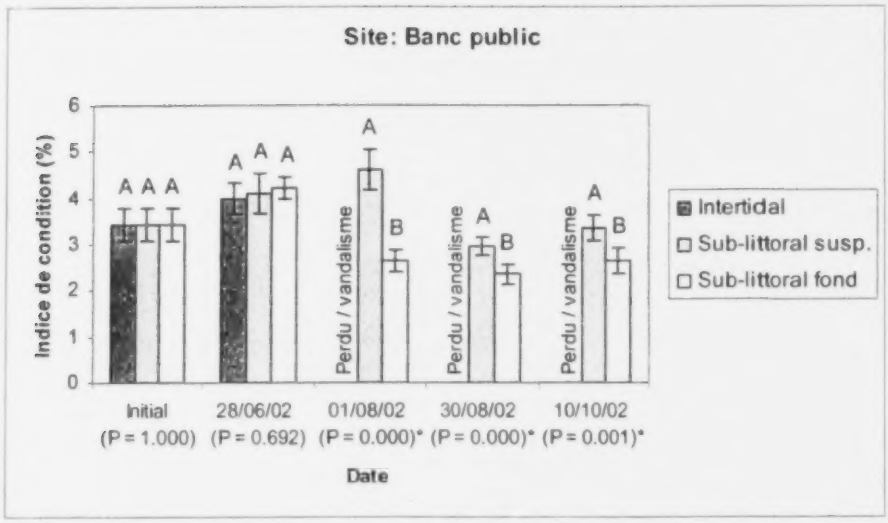

Figure 12. Conditions physiologiques des huîtres observées dans les trois traitements du site du banc public, en fonction de la date d'échantillonnage. Les barres d'erreurs représentent les intervalles de confiance (95%) et les lettres représentent les résultats de tests de comparaisons multiples de type Tukey. Les probabilités des ANOVA 1 facteur sont représentées entre parenthèses et les astérisques (*) indiquent une différence significative.

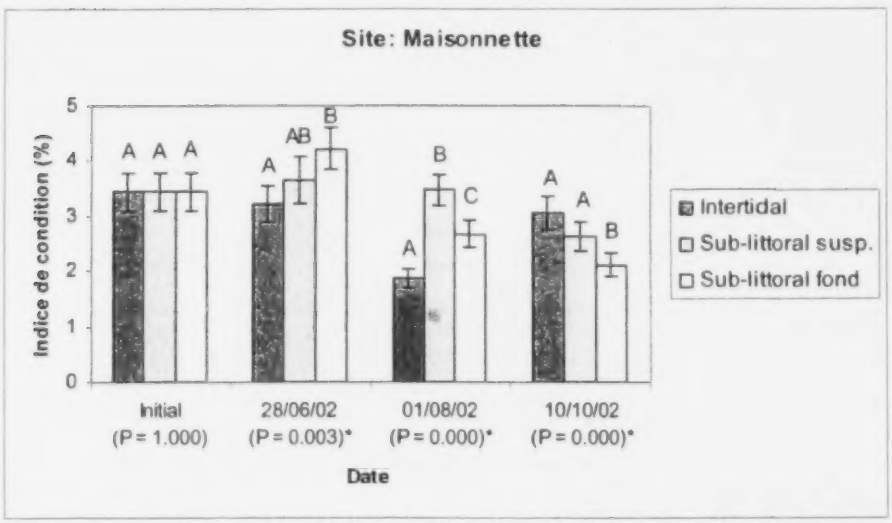

Figure 13. Conditions physiologiques des huîtres observées dans les trois traitements du site de Maisonnette, en fonction de la date d'échantillonnage. Les barres d'erreurs représentent les intervalles de confiance (95%) et les lettres représentent les résultats de tests de comparaisons multiples de type Tukey. Les probabilités des ANOVA 1 facteur sont représentées entre parenthèses et les astérisques (*) indiquent une différence significative.

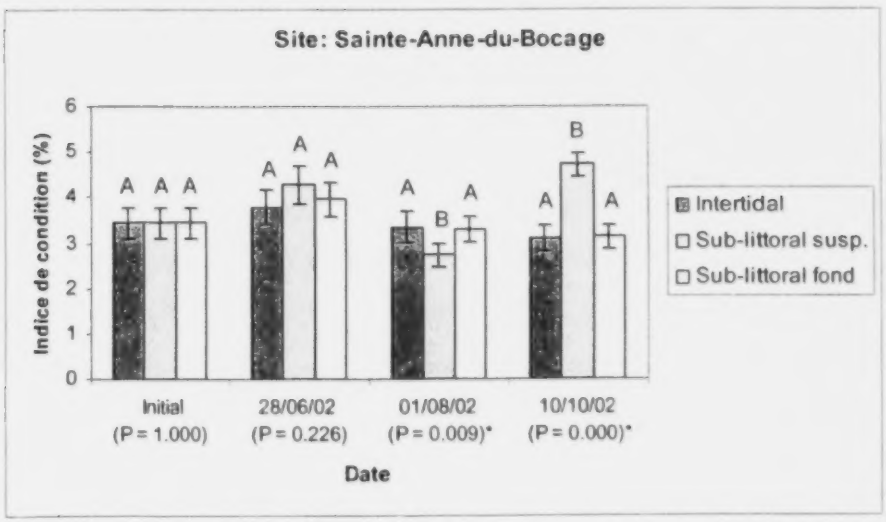

Figure 14. Conditions physiologiques des huîtres observées dans les trois traitements du site de Maisonnette, en fonction de la date d'échantillonnage. Les barres d'erreurs représentent les intervalles de confiance (95%) et les lettres représentent les résultats de tests de comparaisons multiples de type Tukey. Les probabilités des ANOVA 1 facteur sont représentées entre parenthèses et les astérisques (*) indiquent une différence significative.

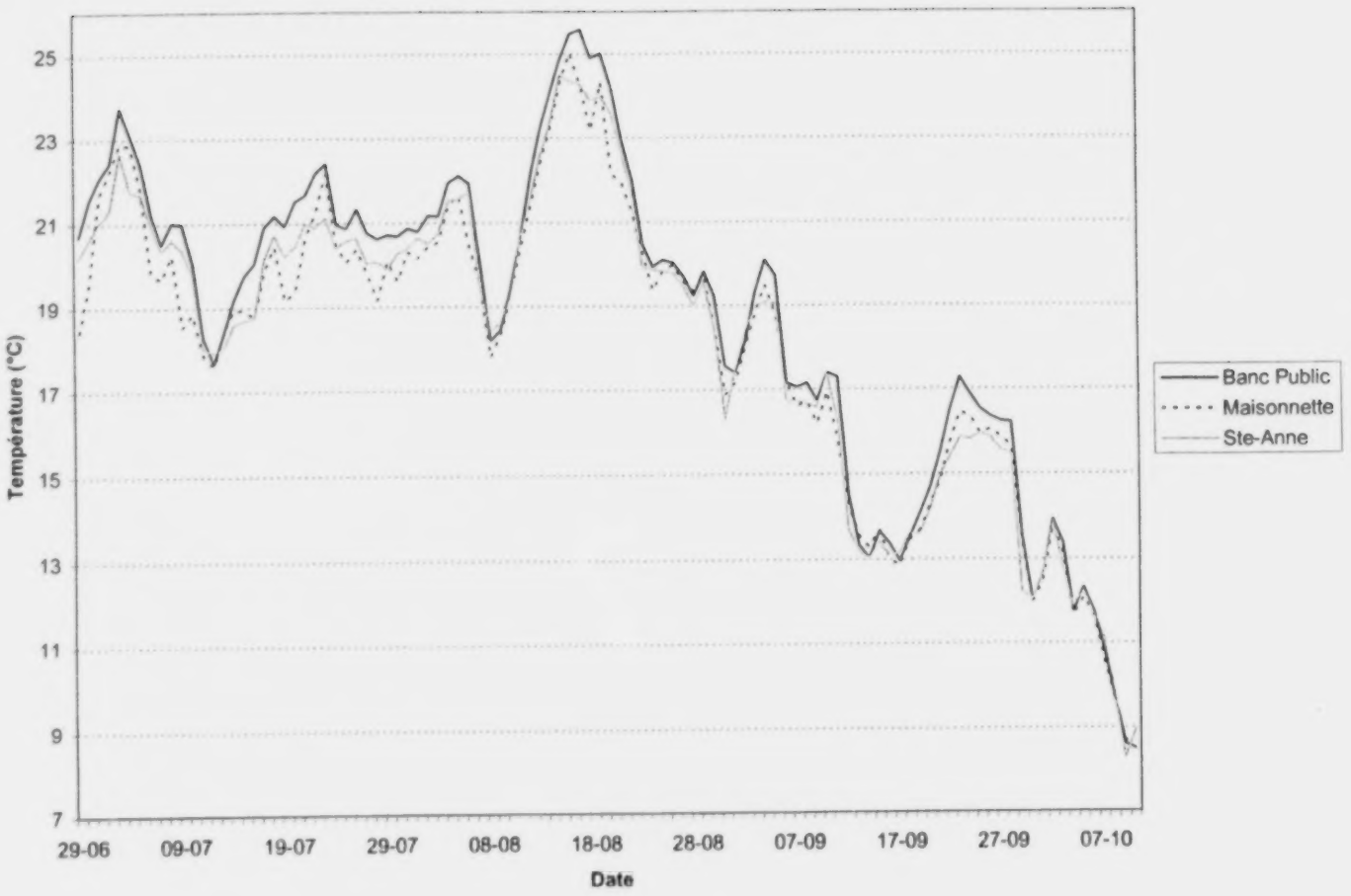

Figure 15. Température de l'eau, du 28 juin au 10 octobre 2002, sur les trois sites étudiés dans la baie de Caraquet.